Ministero Agric. For., Roma 1965; Collana Verde 16: 145-174

GÖSSWALD K. - KNEITZ G.

ZUR VERBREITUNG DER WALDAMEISEN IM BAYERISCHEN WALD

(Gen. *Formica, Hym., Formicidae*)

INDUSTRIE LITO-TIPOGRAFICHE MARIO PONZIO S.p.A. - PAVIA - 1965

Gösswald K. (*) - Kneitz G. (*)

ZUR VERBREITUNG DER WALDAMEISEN IM BAYERISCHEN WALD (Gen. *Formica, Hym., Formicidae*)

Das großräumige Verteilungsbild der *Formica*-Arten hat nunmehr für den europäischen Raum eine gewisse Klarstellung gefunden Gößwald, Kneitz, Schirmer 1965, Gößwald, Schirmer 1965. Die Neugliederung der Untergattung *Formica* Forel der Schuppenameisen (*Hym., Formicidae, Formicinae*) durch Yarrow (1955) auf chaetotaxonomischen Grundlagen und eine Weiterführung dieser systematischen Arbeiten durch Betrem (1960), Gößwald und Schmidt (1959), Kutter (1961) u.a. hat hierzu wesentliche Grundlagen geliefert. Wenngleich auch die gegenwärtige Nomenklatur noch Mängel aufweist und nicht als endgültig betrachtet werden kann (Gößwald 1960), so bildet sie doch einen wichtigen Ausgangspunkt für weitere Gliederungen.

In diesem Zusammenhang stehen noch eine Reihe von kleinräumigen Spezialuntersuchungen aus, die besonders die Auswirkungen ökologischer Faktoren auf die Waldameisenstaaten betreffen und sie mit der physiologischen und biologischen Ausstattung der Arten und Herkünfte verknüpfen. Dazu kommt besonders die Höhengliederung zur Verbreitung der Arten als weiteres zu bearbeitendes Problem, dessen Erfassung, zusammen mit der horizontalen Verbreitung, Material zur Frage der nacheiszeitlichen Entwicklung und Arealverlagerung zu liefern vermag (Kneitz und Emmert 1962).

(*) Institut für Angewandte Zoologie der Universität Würzburg.

Wichtige grundsätzliche Einzeluntersuchungen stammen von Gößwald (1932, 1938, 1941), bezogen auf europäische Kleinräume von Yarrow (1955), Satchell und Collingwood (1955) und Collingwood (1956, 1958, 1961), betreffend die Britischen Inseln und Irland; von K. Hölldobler (1944, 1961), Forsslund (1957), Collingwood (1959) und B. Hölldobler (1960) über Skandinavien; von Eichhorn (1962), Kirchner (1961) und Kneitz, Gernert und Rammoser (1962) über europäische Mittelgebirge sowie das Alpengebiet mit Ausnahme des italienischen Anteils und der Schweiz, von Kutter (1961) über die Schweiz, von Pavan (1959), Ronchetti (1962), Cotti, Pavan und Ronchetti (1962), Gößwald und Mitarbeiter (1961) über Ober- und Mittelitalien, von Kneitz und Emmert (1962) über Zentral- und Südfrankreich mit Einschluß der Pyrenäen.

Die Untersuchungen von Kutter (1961), von Kneitz und Mitarbeitern (1962), sowie von Eichhorn (1962) haben deutlich gemacht, daß *Formica rufa* L., *F. polyctena* Först., *F. nigricans* Emery und *F. cordieri* Bondr. mehr die niederen Lagen des zentraleuropäischen Raumes besiedeln, wobei die letztgenannten Arten in freien oder lichteren Landschaftsformen, besonders aber in der Agrarlandschaft zu finden sind. Dagegen bewohnen *F. lugubris* Zett. und *F. aquilonia* Yarrow die montanen Zonen der Alpen und dringen im Schweizer Jura, den Vogesen und dem Schwarzwald (Lange 1958) nach Norden vor. Auf Grund dieser Arbeiten war zu erwarten, dass *F. lugubris* Zett. auch in der östlichen Mittelgebirgszone, dem Bayerischen Wald bzw. Böhmer Wald-Massiv zu finden ist. Außerdem war die Frage zu klären, ob sich *F. aquilonia* Yarrow aus den Ostalpen kommend dieser Verbreitung anschließt.

So haben wir vom 4. bis 15. September 1962 im Rahmen einer Exkursion den Bayerischen Wald mit einem Personenkraftwagen systematisch abgefahren, die vom Wagen aus sichtbaren Waldameisennester erfaßt und nach bestimmten Entfernungen Waldparzellen begangen. Kleinräumige Aufnahmen wurden im Arbergebiet zwischen Bodenmais, Großem Arbersee und Kleinem Arbersee durchgeführt. Diese Untersuchungen bieten gute Vergleichsmöglichkeiten mit den 350 km westlich liegenden Vogesen, die nach gleicher Methode befahren worden waren (Kneitz, Gernert und Rammoser 1962). In vorliegender Arbeit werden nur die Ergebnisse zur Verbreitung der *Formica*- und *Raptiformica*-Arten veröffentlicht, eine Darstellung der anderen Ameisenarten erfolgt später.

1. 

 2.

5. 

 10.

11. 

 14.

Abb. 1. — Blick auf den Anstieg des Vorderen Bayerischen Waldes von der Donau-Niederung aus, westlich von Metten. (Photo Gößwald)

Abb. 2. — Blick vom Gipfel des Großen Arber zum Osser (1293 m) und auf das Tal des Weißen Regen. (Photo Kneitz)

Abb. 5. — Markt Eisenstein (M. Zelezna Ruda), 774 m N.N., jenseits der bayrischtschechoslowakischen Grenze, eine typische Landschaft der Mittellagen mit Rodungsinsel. (Photo Kneitz)

Abb. 10. — Nest von *Formica polyctena* Först. südlich Bodenmais bei Waldmann in Randlage eines Fichtenbestandes. Höhe 1 m, Durchmesser 3,50 m. (Photo Kneitz)

Abb. 11. — Nest von *Formica nigricans* Emery in Fichten - Kiefern Mischbestand bei Schöneck. Es fiel durch seine ungewöhnliche Größe auf. 1,80 m Durchmesser, 50 cm Höhe. (Photo Kneitz)

Abb. 14. — Spitznest von *Formica lugubris* Zett. in einem finsteren Fichtenbestand auf einer kleinen Lücke am Einödriegel in ca. 1000 m Höhe. Man beachte den basalen Bewuchs mit *Vaccinium myrtillus*, Basaler Durchmesser 2,20 m, Höhe 1,40 m. (Photo Gößwald)

Für freundliche Mitarbeit an diesen Studien danken wir Herrn cand. rer. nat. H. Franke und Herrn cand. rer. nat. H. Rammoser. Herr Oberforstmeister Höllerer, Herr Forstmeister H. Schmucker (Bodenmais), sowie Herr Dr.h.c. Priehäußer haben uns in entgegenkommender Weise bei unseren Arbeiten unterstützt. Den Herbergseltern der Jugendherberge am Arber, Herrn und Frau Müller, danken wir für die Aufnahme in der Chamer Hütte am Kleinen Arber.

Geographische Charakteristik des Untersuchungsgebietes.

Als Bayerischer Wald wird gegenwärtig der spitzwinkelige Landschaftsraum zwischen Donau, Unterlauf des Flusses Regen und

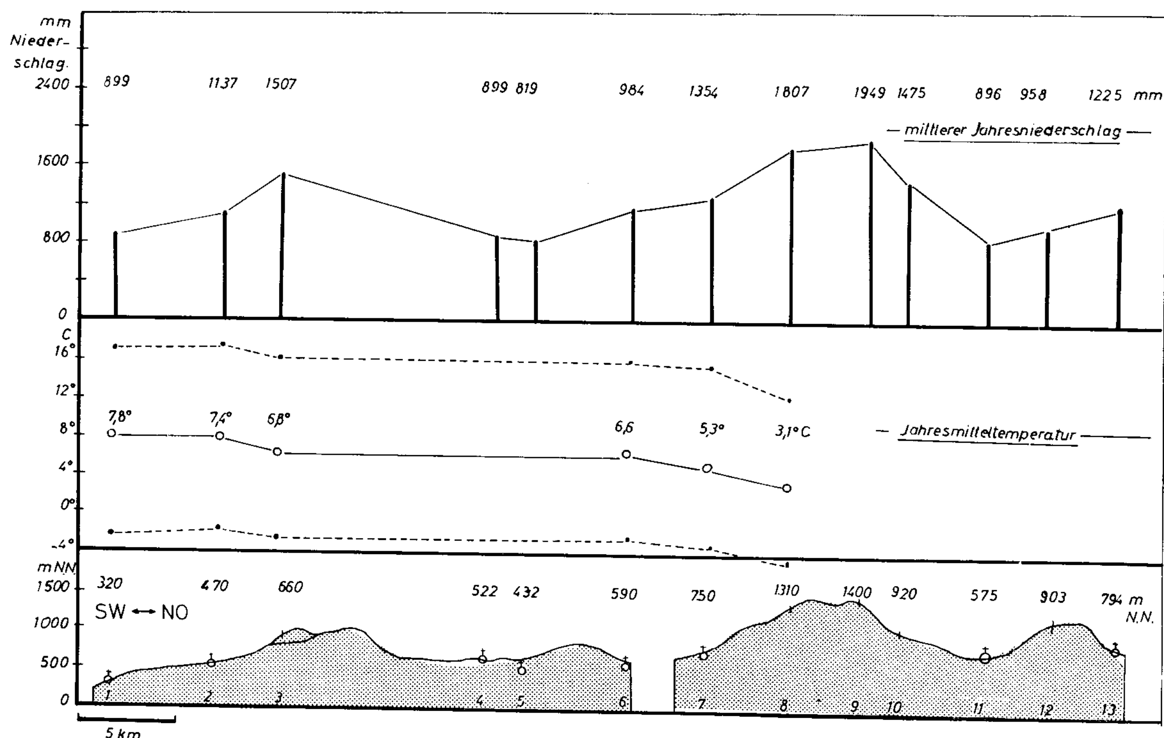


Abb. 3. — Darstellung der Beziehung zwischen Relief im Bayerischen Wald und mittlerem Jahresniederschlag bzw. Jahresmitteltemperatur.

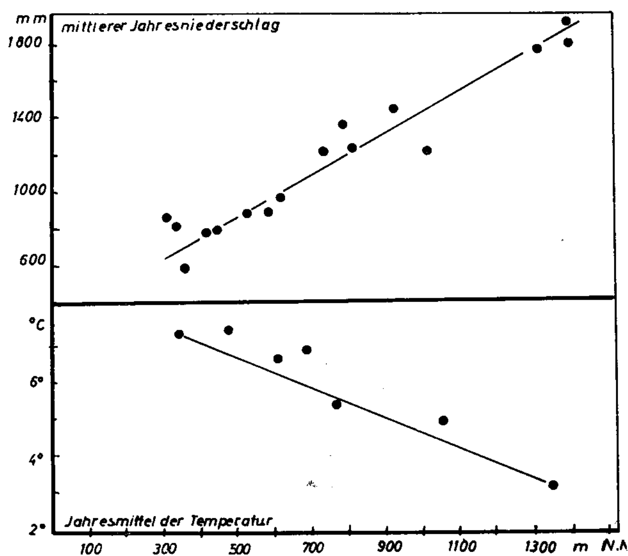


Abb. 4. — Abnahme der Jahresmitteltemperatur und Zunahme des mittleren Jahresniederschlags mit der absoluten Höhe im Bayerischen Wald.



Abb. 6. — Blick von der Gamer Hütte zum Großen Arber (1456 m). Hochlagenfichtenwald. Eine Waldgrenze ist angedeutet. Diese Waldzone ist bei West- bis Südexposition dicht mit Nestern von *Formica lugubris* Zett. besetzt.

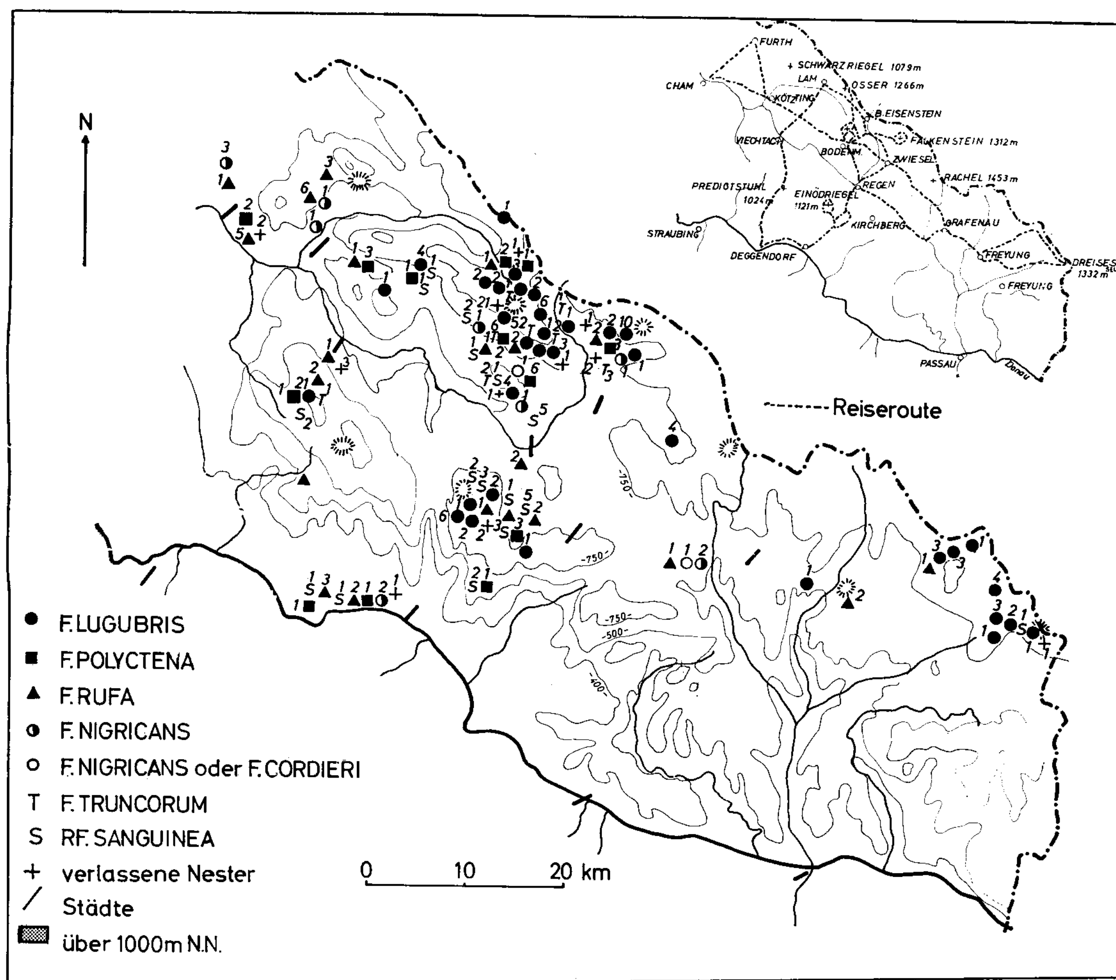


Abb. 7. — Übersichtskarte über den Bayerischen Wald. - Rechts oben: Topographische Karte mit Angabe der wichtigsten Orte, der wichtigsten Erhebungen und der Reiseroute. Hauptkarte: Fundortsangaben der verschiedenen Waldameisenarten. Die kleinen Zahlen über den Signaturen geben die Anzahl der am Standort aufgefundenen Nester an.

der Further Senke, sowie der tschechoslowakischen und österreichischen Landesgrenze betrachtet, der als westlich vorgelagerter Teil des Bayerischen Randgebirges zum Böhmerwald-Massiv hinüber-

führt und Teile davon einschließt. Als wesentliche Raumeinheiten gliedern sich von Süd-Westen nach Nord-Osten fortschreitend heraus (Priehäußer ohne Jahresangabe, 1961):

1.) Der Vordere Wald (Abb. 1) mit Erhebungen bis 1100 m N.N. (Predigtstuhl 1024 m, Einödriegel 1121 m, Brotjacklriegel 1016 m),

2.) Der Innere Wald, die Senke zwischen Donaugebirge und dem Hinteren Wald, den « Pfahl » umfassend,

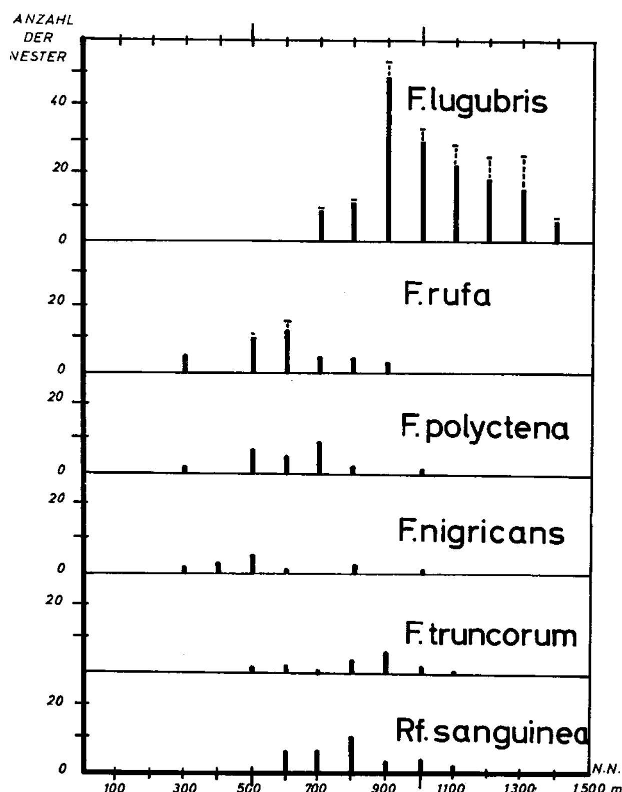


Abb. 8. — Die Höhenverteilung der aufgefundenen Nester verschiedener *Formica*-Arten im Bayerischen Wald. Man achte besonders auf die verschiedene Höhenverteilung der Nester von *Formica lugubris, Formica truncorum* einerseits, *Formica rufa, Formica polyctena* und *Formica nigricans* andererseits. Gestrichelte Linien geben verlassene Nester an.

TABELLE 1. — Klimadaten aus dem Bayerischen Wald. Mittlere Jahrestemperatur (m.T.), mittlere Januartemperatur (Ja.T.) und mittlere Julitemperatur (Ju.T.), sowie mittlerer Jahresniederschlag (m.N.) an verschiedenen Orten (Klimakunde des Deutschen Reiches 1939, Priehäußer 1961).

Stationen	N.N. m über Normal-Null	m.T. °C	Ja.T. °C	Ju. T. °C	m.N. in mm	Jahresschwankungen der Temperatur
Metten	320	7,8	— 2,6	17,6	899	20,2
Deggendorf	320				825	
Regen	522				899	
Zwiesel	590	6,6	— 3,1	16,0	984	19,1
Kötzting	408				804	
Buchenau	750	5,5	— 3,6	14,5	1354	18,1
Eisenstein	794				1225	
Kleiner Arbersee	920				1475	
Finsterau	1005	4,7	— 4,2	14,0	1218	18,2
Großer Arber	1400				1949	
Großer Rachel	1400				1809	
Falkenstein	1310	3,1	— 5,1	11,8	1807	16,9
Lam	575				896	

3.) Der Hintere Wald (Abb. 2) mit Erhebungen über 1400 m N.N. (Großer Arber 1456 m, Rachel 1453 m, Lusen 1377 m, Dreisessel 1332 m, Falkenstein 1312 m, Osser 1266 m).

Das variskische Gebirgsmassiv ist aus Schiefergneisen, Glimmerschiefern und Granit aufgebaut; als Besonderheit ist die tektonische Störungslinie des Pfahl (Quarz) zu nennen. Der heutige Formenschatz der Landschaft wurde im wesentlichen durch die umgestaltenden Kräfte des Tertiär und der Eiszeit geprägt. Hierauf verweisen besonders Einebnungsflächen, Kar-Nischen mit Seen und Blockmeere. Die, dem Ausgangsmaterial entsprechend, lehmigen Böden neigen oft zur Vergleyung, unter Nadelbeständen zu Podsolierungen; sie sind sehr kalkarm.

Klimatisch in der Westwindzone gelagert, besteht ein starker west-europäisch - atlantischer zyklonaler Einfluß, der aber bereits spürbar kontinental verändert wird und durch die Höhengliederung eine weitere Verschiebung erfährt. Tabelle 1, sowie die Abbildungen 3 und 4 liefern die wichtigsten Klimadaten und verdeutlichen darüber hinaus die Beziehungen zwischen Niederschlag und Relief bzw. Jahresniederschlagsmittel, mittlere Jahrestemperatur und Höhenlage. Das Maximum der Niederschläge findet sich in den Monaten Juli - August, sowie Dezember - Januar, ist also in Sommer und Winter ausgeprägt.

Tabelle 2 verweist auf die jahreszeitliche Einengung der Aktivitätsperiode des Lebens mit der Höhe.

TABELLE 2. — Beginn und Ende einer mittleren Tagestemperatur von 5 °C und 10 °C. Mittel des Zeitraumes 1881 - 1930 (Klimakunde des Deutschen Reiches 1939).

Ort	Beginn einer mittl. Tagestemp. von 5 °C	Ende einer mittl. Tagestemp. von 5 °C	Beginn einer mittl. Tagestemp von 10 °C	Ende einer mittl. Tagestemp von 10 °C	Anzahl d. Tage über 5 °C	Anzahl d. Tage über 10 °C
Falkenstein 1310 m N.N.	20.4	20.10	30.5	10.9	183	103
Buchenau 750 m N.N.	17.4	22.10	15.5	19.9	186	125
Cham 388 m N.N.	29.3	1.11	26.4	2.10	213	151
Regensburg 343 m N.N.	23.3	30.10	28.4	2.10	214	155

Für das Klima machen sich weiterhin die Lage zum Wind und Expositionsunterschiede bemerkbar. Besonders ist darauf hinzuweisen, daß bei nächtlicher Inversion der Temperatur die Warmzone bei 800 m N.N. beginnt. Ueber 700 m gefriert der Boden im allgemeinen nicht oder nur geringfügig, das gilt besonders für die Waldgebiete. Früh einsetzender Schneefall und hohe geschlossene Schneedecken verhindern das Eindringen des Frostes in den Boden (Priehäußer 1961). Schon an dieser Stelle sei darauf hingewiesen, daß

unter solchen Bedingungen — entgegen der geläufigen Ansicht — eine Ueberwinterung für die montanen Waldameisenarten sehr viel leichter erfolgen kann als für die Arten der niederen Zonen.

Insgesamt ist das Klima des Bayerischen Waldes als rauh zu bezeichnen, rauher als die vergleichbaren Zonen des Alpengebietes. Der Klimagang der Höhenlagen ist in seinem Verlauf gleichmäßiger als in den Tieflagen.

Der Bayerische Wald ist heute noch ein Waldland (Abb. 2), das nur in tieferen Lagen gerodet wurde (Abb. 5). Es lassen sich bezüglich der Vegetation folgende Waldzonen unterscheiden (m.T. = mittlere Jahrestemperatur, m.N. = mittlerer Jahresniederschlag):

1.) Tieflagen 300 - 500 m N.N. Kulturzone, Eichen-, Hainbuchenwald, Kiefernbestände (mT. = 7° - 7,5 °C, m.N. = 871 - 900 mm).

2.) Mittellagen 500 - 900 m N.N. Buchen-, Tannen-, Fichten-Mischwald, untere Lagen gerodet (m.T. = 7,0° - 5,0°C, m.N. = 900 - 1300 mm).

3.) Obere Mittellagen 900 - 1150 m N.N. Buchen - Fichten - Wald (m.T. = 5,5° - 5°C, m.N. 1300 - 1400 mm).

4.) Hochlagen 1400 - 1800 m N.N. Hochlagen - Fichtenwälder (Abb. 6) mit angedeuteter Mattenregion (m.T. = 4,0° - 3,1°C, m.N. = 1400 - 1800 mm).

Wenngleich die Wälder forstlich intensiv genutzt werden, ist diese Gliederung durch eine verständnisvolle Bewirtschaftung wesentlich erhalten geblieben. Besonders Wind- und Schneebrüche, dazu in den Tieflagen Insektenkalamitäten, bedrohen die Bestände. Schäden werden noch durch Nutzungsrechte der Bevölkerung für Streu und durch Waldweide verursacht. Die Rechte sollen allmählich abgelöst werden.

Die Kenntnis über die Tierwelt des Bayerischen Waldes erstreckt sich vorwiegend auf den Bestand an Wirbeltieren, von denen montane Formen hervortreten. Im Verlauf unserer Exkursion wurden an solchen Arten beobachtet: Fichtenkreuzschnabel (*Loxia curvirostra*), Auerwild (*Tetrao urogallus*), der Tannenhäher (*Nucifraga caryocatactes*), die Gebirgsstelze (*Motacilla cinerea*) sowie die Bergeidechse (*Lacerta vivipara*). Thiem (1906) hat über das Rachelgebiet eine sehr weitsichtige biogeographische Arbeit verfaßt,

die nahezu 2000 Tierarten, aufgeschlüsselt nach der Höhenlage beschreibt. Nach dieser Darstellung nimmt die Artenzahl in der Kulturzone in 600 - 680 m Höhe von 1892 - 1853 Arten auf 81 - 58 Arten in der Gipfelzone (1350 - 1450 m) ab. Die Mischwaldzone in 810 - 1040 m Höhe umfaßt 246 - 188 Arten. Im Bayernwaldgebiet treffen sich boreale Arten mit westlichen und alpinen Arten, der östliche Einschlag ist sehr stark. Unter den Ameisenfunden Thiems interessieren besonders: «*Formica rufa* L.», *Formica sanguinea* Latr., *Camponotus herculeanus* L., *Camponotus ligniperda* Latr. und *Myrmica rubida* Latr. Ameisengäste fand der Autor nur bis ca. 750 m Höhe. *Polydesmus denticulatus* wurde über diesem Bereich nicht mehr in den Nesthaufen von *Formica rufa* L. beobachtet.

Die hügelbauenden Waldameisen des Bayerischen Waldes, ihr Nestbau und ihre Höhengliederung.

Die Untersuchungen erstreckten sich über ca. 380 Wegkilometer (Abb. 7). Dabei fanden sich 348 Nester von *F. rufa* L., *F. polyctena* Först., *F. nigricans* Emery, *F. lugubris* Zett., *F. truncorum* Fabr. sowie von *Raptiformica sanguinea* Latr.. Die Arten *F. aquilonia* Yarrow und *Coptoformica exsecta* Nyl. kamen nicht zur Beobachtung. Die Höhenverteilung der Nester ergibt sich aus Tabelle 3 und Abbildung 8 bzw. 9.

Entsprechend den Vogesen (Kneitz, Gernert und Rammoser 1962) lassen sich hier drei Artgruppen herausstellen:

1.) Arten, die von 314 m (Höhe von Metten an der Donau) bis 1000 m vorkommen (Flach- und Hügellandformen):

a) *Formica rufa* L.. Nester mit einem mittleren Durchmesser von 84 cm und von 39 cm Höhe aus vorwiegend feinem Nestmaterial in Fichten- und Kiefernbeständen, häufig in Randlage. Dreimal wurden die Nester sogar ähnlich der Wiesenameisen (*F. nigricans* Em. z.B.) an Wegrändern im offenen Gelände beobachtet. Die Beborstungsstärke variierte sehr stark. Eine Kolonie in dunklem Fichtenbestande beim Forsthaus Jägerwies (Bischofsmais) war sehr dunkel pigmentiert und stark beborstet. Nur monodome Nester kamen vor.

TABELLE 3. — Höhenverteilung der 348 Nestfunde im Bayerischen Wald

Art	m 250-500	m 500-750	m 750-1000	m 1000-1250	m 1250-1450	total
Formica rufa	17	23 + 4 †	7	—	—	47 + 4 †
Formica polyctena	7	16	3	—	—	26
Formica nigricans	7	4	3	—	—	14
Formica lugubris	—	9 + 1 †	91 + 9 †	42 + 11 †	23 + 10 †	165 + 31 †
Formica truncorum	—	4	12	1	—	17
Raptiformica sanguinea	2	12	18	2	—	34
total	33	68 + 5 †	134 + 9 †	45 + 11 †	23 + 10 †	313 + 35 †

b) *Formica polyctena* Först.. Mittlerer Nestdurchmesser 126 cm, mittlere Höhe 55 cm. Durchwegs sehr stark entwickelte und sehr volkreiche Staaten, ohne nennenswerten Bewuchs (Abb. 10), Nestmaterial fein, aus Nadeln. An lichten Stellen besonders in Fichten- oder Kieferbeständen, am Arber auch in der Fichten-Buchenwaldzone. Hier mit riesigem Erdauswurfbereich.

c) *Formica nigricans* Emery. Nach neuer Unterlage (Betrem 1963) soll diese Art wieder als *F. pratensis* Retz. geführt werden. Von 14 Nestern der Waldameise konten auf Grund der Beborstung weiblicher Geschlechtstiere 11 Nester als zu dieser Art gehörig bestimmt werden. Die verbleibenden drei Nester blieben mangels Geschlechtstieren undeterminiert, doch sind sie durch ihre Zusammenlage mit Nestern der genannten Art, mit einiger Sicherheit nicht *F. cordieri* Bondr. zuzuordnen. Auffallend war das Auftreten der zweiten Geschlechtstierbrut zu dieser Jahreszeit im bezeichneten Bereich. Nur geflügelte Weibchen, keine Männchen traten auf. Der Nestdurchmesser betrug im Mittel 30 cm, die Nesthöhe 10 cm, das Nestmaterial bestand aus Halmen, Stengel, Steinchen.

Nur ein Nest bei Schöneck in einem Kiefernbestand fiel total aus dem Rahmen (Abb. 11). Es bestand aus reinem Nadelmaterial, war in die Länge gestreckt 1,80 m lang und 50 cm hoch. Weibliche Geschlechtstiere erwiesen die Kolonie als zu *F. nigricans* Emery gehörig. aus.

2.) Arten, die von 650 m bis in die Gipfelzone (1450 m) vorkommen.

d) *Formica lugubris* Zett.. Bei dieser Art handelt es sich um die weitestverbreitete Waldameisenart des Waldgebirges. Der mittlere Nestdurchmesser beträg 110 cm, die mittlere Nesthöhe 51 cm. Besonders in den höheren Lagen sind die Nester stets basal stark von Ericaceengestrüpp bewachsen, so daß oft nur eine kleine südgerichtete Haube frei bleibt, eine Erscheinung die von K. Hölldobler (1944) und B. Hölldobler (1960) in dieser Art auch aus Finnland beschrieben wird. Die Populationsdichte ist meist gering, im Bereich der Hauptverbreitung die Nestdichte aber sehr hoch. Ein Vergleich der Nestmaße in verschiedenen Höhenbereichen ergibt keine prinzipiellen Unterschiede (Abb. 13), wie man annehmen könnte. Vielmehr ist vor allem die Nesthöhe mehr von der Belichtung abhängig im Rahmen der durch die Art gegebenen Nestbauweise (Gößwald 1961, Lange 1959). Das höchste und mächtigst entwickelte Nest von *F. lugubris* fanden wir am Einödriegel in ca. 1000 m Höhe in einem Fichtenbestand, die gemessene Höhe betrug 1,40 m, der basale Durchmesser 2,20 m (Abb. 14). Demgegenüber sind die bei guter Belichtung stehenden Nester gleichmäßig rundkuppig angelegt (Abb. 15). Das Nestmaterial unterscheidet sich von allen anderen Arten durch seine grobe Struktur, in die feines Material eingebaut ist (Abb. 16). Die Art erscheint durchwegs an Nadelbestände, besonders an den Fichtenwald gebunden, geht aber auch in den Buchen - Fichtenmischwald der Mittellagen hinunter. Am tiefsten reicht sie in Bereichen von Schluchtwäldern (z.B. Riesloch bei Bodenmais). Die deutlich expositionsgebundene Verteilung der Nester geht besonders aus den kleinräumigen Untersuchungen im Arbergebiet hervor (Abb. 17). Hier waren die Nord bzw. Nord bis Ost exponierten Hänge praktisch frei von Waldameisen. *F. lugubris* fand sich in besonders hoher Nestdichte im Hochlagenfichtenwald mit einem Nest auf 4 ha. Die Nester liegen häufig am Rande von Lichtungen oder Wegen, südexponiert. Ein Vergleich mit der

forstlichen Wirtschaftskarte ergab, daß die Waldameisen in den Beständen bis 40 Jahre praktisch fehlen und daß sie in größter Dichte in Hochwäldern über 60 Jahren auftreten. Auffällig ist auch das Vorkommen in trockeneren Zonen von Hochmooren und am Arbergipfel in der Krummholzregion. *F. aquilonia* Yarrow war nicht vertreten, wenngleich eine Sonderform von *F. lugubris* Zett. daran erinnert (Abb. 18). Bei den Arbeiterinnen dieser Form sind Meso- und Metanotum normal beborstet, das Pronotum ist praktisch frei von Borsten. Die Form trat mehrfach auf. Leider waren uns keine Weibchen zugänglich. Weibliche Geschlechtstiere der normalen Form waren auf dem Thorax dicht beborstet. Spezielle Stichproben auf *F. aquilonia* Yarrow in der südöstlichen Zone des Bayerischen Waldes (Dreisessel 1332 m) erbrachten keinen Nachweis dieser Art.

e) *Formica truncorum* Fabr.. Wie Samsinak (1956) feststellte, ist diese Art im Elbsandsteingebirge am häufigsten vertreten und wird hier als ausgesprochen montane Form erkannt. Nach unseren Erfahrungen ist sie aber auch bei Eberswalde im Flachland und im Harz weitverbreitet. Entsprechendes können wir vom Bayerischen Wald aussagen. Weit verstreut, zuweilen in kleinen Gruppen von 2 oder 3 Nestern findet sich diese Art von 620 - 1200 m Höhe. Die Nestchen sind klein, meist an Stubben angelehnt und aus feinem Nadelmaterial gebaut (Abb. 19).

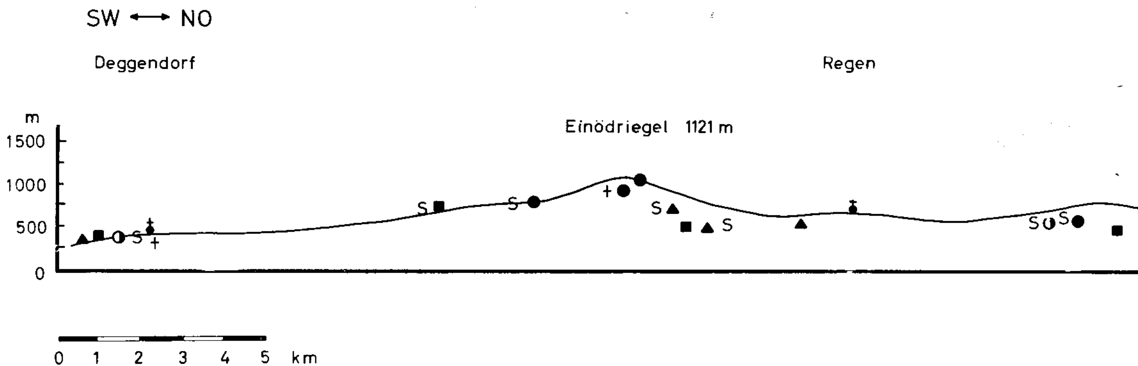


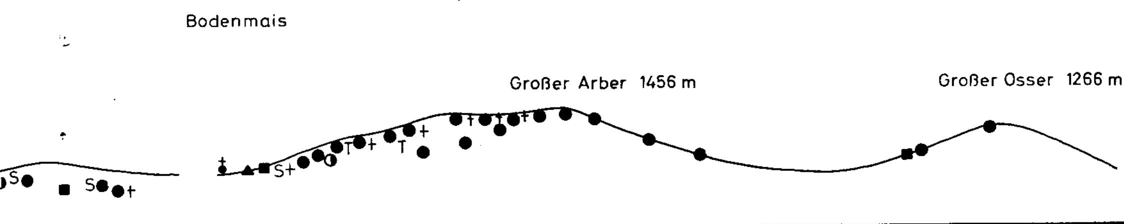
Abb. 9. — Profil durch den Bayerischen W
SW-NO. Nördlich von Regen (Ortschaft
gegen N-NO abgewinkelt. Eingezeichnet sin
Reiseroute. Erklärung der Si

3.) Arten ohne ausgesprochene Höhenbindung:

f) Wie Gößwald (1932, 1938), Kneitz, Gernert und Rammoser (1962) in den Vogesen beobachten konnten, tritt *Raptiformica sanguinea* Latr. hier weniger höhen- als standortsgebunden auf. Sie bevorzugt warme trockene Biotope. Ähnliche Ergebnisse erzielten

Tabelle 4. — Minimale, maximale und mittlere Größe der Nester verschiedener *Formica*-Arten, ausgedrückt in Durchmesser und Höhe der Nester (cm).

Art	Minimale Größe in cm Durchm : Höhe	Maximale Größe in cm Durchm.: Höhe	Mittl. Größe in cm Durchm.: Höhe	Zahl der zur Berechnung verwendeten Nester
Formica rufa	30 : 15	220 : 100	84 : 39	39
Formica polyctena	30 : 20	330 : 100	126 : 55	17
Formica nigricans	30 : 10	180 : 50	68 : 18	8
Formica lugubris	30 : 15	220 : 140	110 : 51	134
Formica truncorum	20 : 20	100 : 30	44 : 17	9



ischen Wald von Metten zum Osser, Richtung
rtschaft Brandt) wurde die Profillage etwas
chnet sind die Waldameisenfunde längs dieser
ıg der Signaturen siehe Abb. 7.

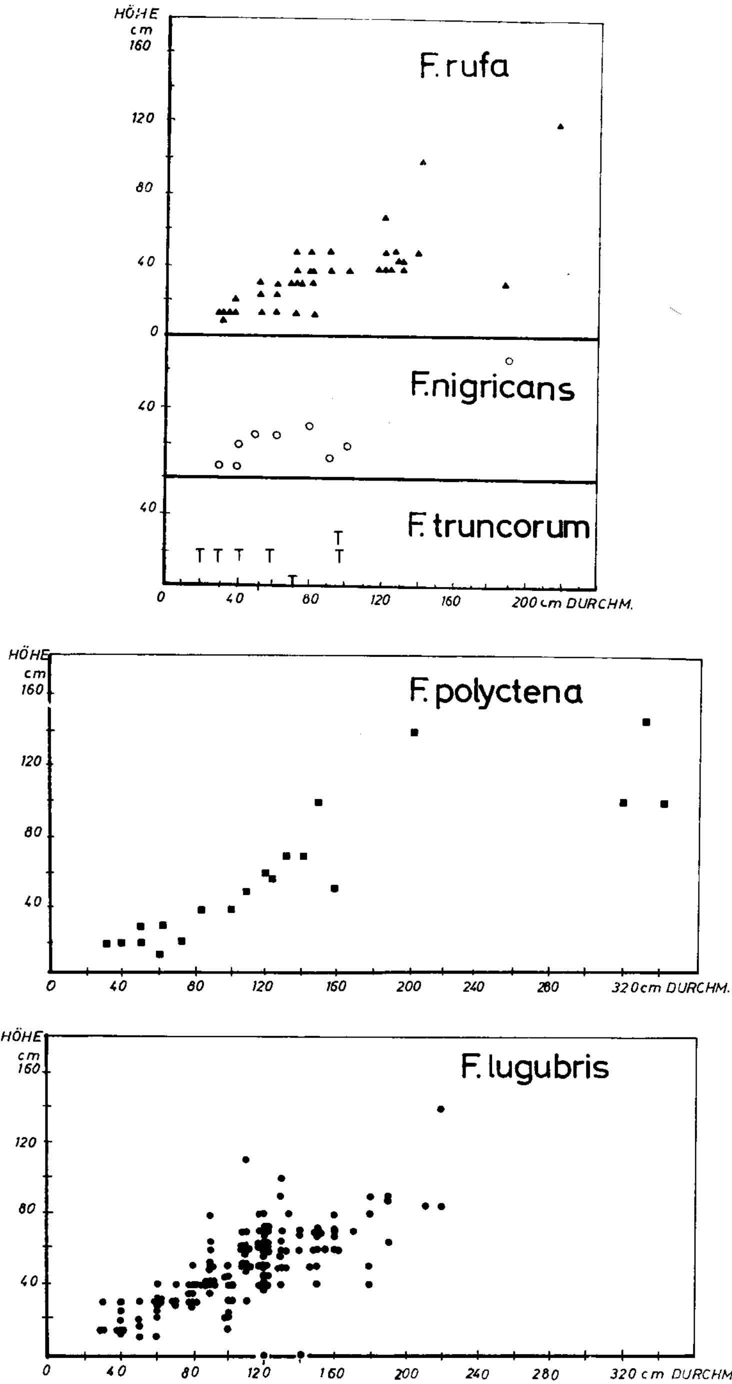


Abb. 12. — Nestgrößenverteilung der verschiedenen *Formica*-Arten. Eingetragen ist der Nestdurchmesser zur Nesthöhe.

wir auch im Bayerischen Wald, wenngleich die Art hier nicht über 1100 m Höhe aufzufinden war. Die Nestanlagen waren z.T. unter Steinen, in sechs Fällen waren Hügelnester gebaut, an Stubben angelehnt, zweimal waren Nester anderer Waldameisenarten besetzt worden.

Nachstehende Tabelle 4 und Abb. 12 faßt nochmals die Größenmaße der Nester bei den verschiedenen Formicaarten zusammen. Unter den 348 Nestern fanden sich 35 verlassene Bauten (ca. 10%), die in den meisten Fällen als zu *F. lugubris* Zett. zugehörig erkannt wurden. Diese Anzahl ist im Vergleich zu den toten Nestern in den Vogesen überraschend hoch und betrifft vorwiegend die höheren Lagen.

Vergleich der Ergebnisse aus den Vogesen und dem bayerischen Wald.

Wie vorstehende Ergebnisse verdeutlichen, ist ein Vergleich der Waldameisenverbreitung im Bayerischen Wald und den Vogesen (Kneitz, Gernert und Rammoser 1962) zulässig. In Tabelle 5 werden die Anzahl gefundener Nester in beiden Landschaften nach Art aufgeschlüsselt nochmals verglichen. Daraus wird deutlich, daß in den Vogesen die Hügellandformen, im Bayerischen Wald die montanen Formen vorherrschen. Um methodische Fehler auszuschließen, wurden die Reiserouten in beiden Mittelgebirgen nach der Höhenverteilung der Wegstrecke aufgeschlüsselt (Tab. 6). Es ergibt sich, daß in den Vogesen der Anteil der Tiefzone wesentlich gegenüber dem Bayerischen Wald erhöht ist, daß umgekehrt im Bayerischen Wald die Hochlagen stärker vertreten sind. Dies ist auf die besondere Reliefgestaltung beider Gebirge zurückzuführen. Die Vogesen gleichen einem Block der unmittelbar aus dem Lothringischen Hügelland mit 300 m N.N. bzw. der Oberrheinischen Tiefebene (110 m N.N.) aufsteigt und dessen Zugangswege durch tiefe Tälereinschnitte gekennzeichnet sind. Der Bayernwald nimmt aus der Bayerischen Tiefebene und dem Donautal aufsteigend seinen Ausgang bei 310 m N.N., die tieferen Talbereiche liegen aber alle bereits über 500 m. Ob unter solchen Gesichtspunkten, rein von der Methode her die oben geschilderte Verteilung erklärbar ist, wird in Tabelle 7 untersucht.

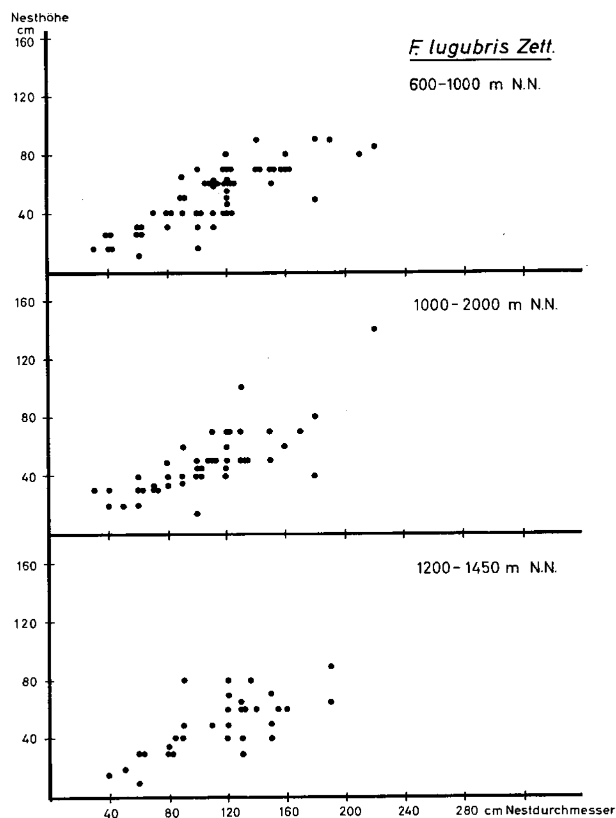


Abb. 13. — Nestgrößenverteilung bei *Formica lugubris* Zett. in Abhängigkeit von der Höhe über dem Meeresspiegel. Es ergeben sich keine deutlichen Unterschiede der Nestproportion in Beziehung zu Höhenlage, diese scheinen mehr durch den Belichtungsfaktor reguliert.

TABELLE 5. — Vergleich der während zweier Exkursionen in die Vogesen und den Bayerischen Wald erfaßten Nester verschiedener *Formica*-Arten.

Landschaft	zurückgelegte Wegkilometer	Waldameisen-nester, total	Nest auf km	*Formica rufa*	*Formica polyctena*	*Formica nigricans u. cordieri*
Bayer. Wald	ca. 400	348	1,2	47u.4 †	26	14
Vogesen	ca. 700	379	1,8	66	72	68

Fortsetzung

Formica lugubris	*Formica truncorum*	*Raptiformica sanguinea*	*Coptoformica exsecta*
165u. 31 †	17	34	—
68	5	57	43



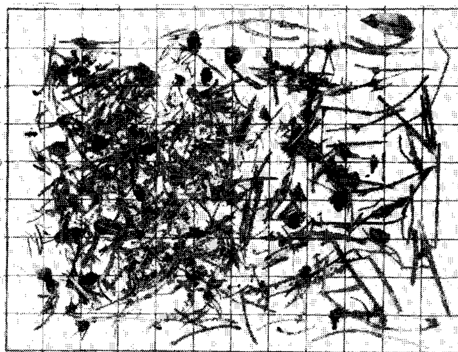
Abb. 15. — Kuppennest von *Formica lugubris* Zett. am Dreisessel 1330 m hoch. Sehr lichter Bestand und sonnige Lage. Im Vordergrund eine stark ausgeprägte Ameisenstraße. Basaler Durchmesser 1,20 m. Höhe 70 cm. (Photo Kneitz)

TABELLE 6. — Der Höhenanteil der Untersuchungstrecken in den Vogesen und im Bayerischen Wald.

Landschaft	zurückgelegte Wegkilometer	davon		
		bis 500 m	zwischen 500-1000 m	zwischen 1000-1500 m
Bayer. Wald	ca. 400 km	100 km	240 km	60 km
Vogesen	ca. 700 km	500 km	120 km	20 km

TABELLE 7. — Anzahl der Nester von *Formica lugubris* bzw. *Formica polyctena*, bezogen auf eine Vergleichsstrecke von 100 km in verschiedenen Höhenstufen.

Höhenstufen		Anzahl d. Nester in der Höhenstufe		Anzahl d. Nester in der Höhenstufe auf 100 km	
		Bayernwald	Vogesen	Bayernwald	Vogesen
Formica	500-1000 m	100	50	42	42
lugubris	1000-1500 m	65	3	108	15
Formica	100-500 m	7	62	7	11
polyctena	500-1000 m	19	10	8	9

16. 

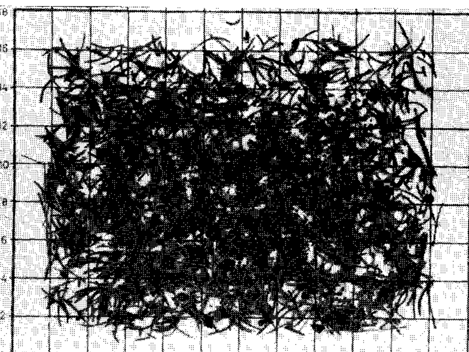
 19.

Abb. 16. — Nestbaumaterial von *Formica lugubris* Zett. aus dem Falkensteingebiet. Sehr grobe Baubestandteile sind mit lockerem Material vermischt und kennzeichnen die Nester dieser Art. (Photo Buschinger und Fenzl)

Abb. 19. — Nestbaumaterial von *Formica truncorum* Fabr. Ludwigsthal 620 m. Das Nestmaterial ist wie auch bei *Formica polyctena* und *Formica rufa* im Gegensatz zu *Formica lugubris* fein. (Photo Buschinger und Fenzl)

Alleine die Dichte der Nester von *F. lugubris* in der Höhenstufe zwischen 1000 und 1500 m N.N. ist signifikant erhöht. Dabei muß berücksichtigt werden, daß die Höhenwaldstufe in den Vogesen durch Tannen — Buchen — Wald bzw. Buchenreinbestände gebildet wird, die bei 1300 m ihre obere Grenze erreichen und durch Weidebetrieb gefördert in Zwergstrauchheiden und Borstgrasrasen übergehen.

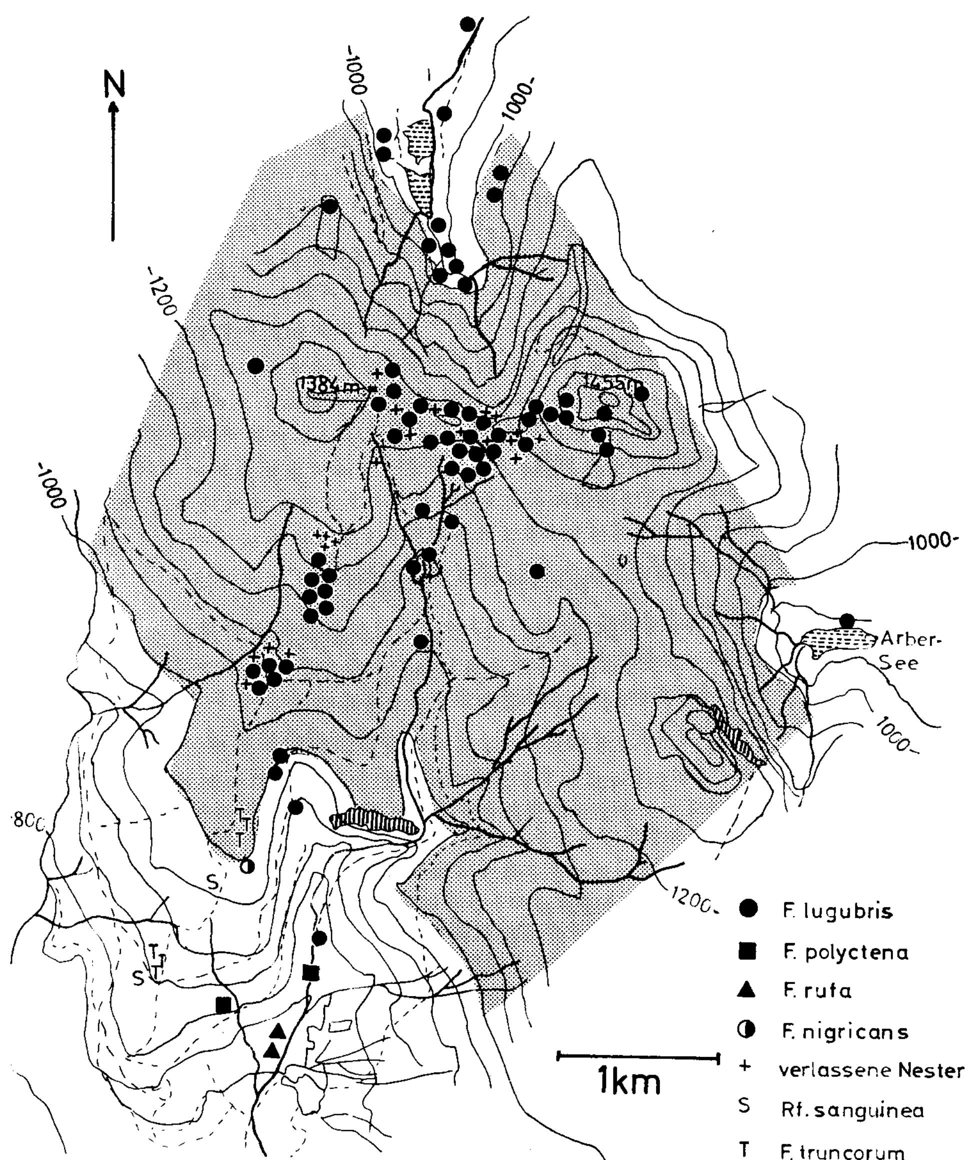


Abb. 17. — Kleinräumige Verteilung der Nester verschiedener Waldameisenarten im Arbergebiet. 1384 m hoch der Kleine Arber mit der Chamer Hütte, 1455 m hoch der Große Arber. Punktiert ist der Höhenbereich über 1000 m N.N.. In dieser Zone fanden sich von den Waldameisen nur *Formica lugubris* Zett. und *Formica truncorum* Fabr.

Auffallende Unterschiede zwischen beiden Gebieten ergaben sich noch aus der sehr schwachen Bewachsung der *F. lugubris*-Nester mit Ericaceen und dem polydomen Auftreten von *F. rufa,* außerdem in der Höhenschichtung der Vogesen.

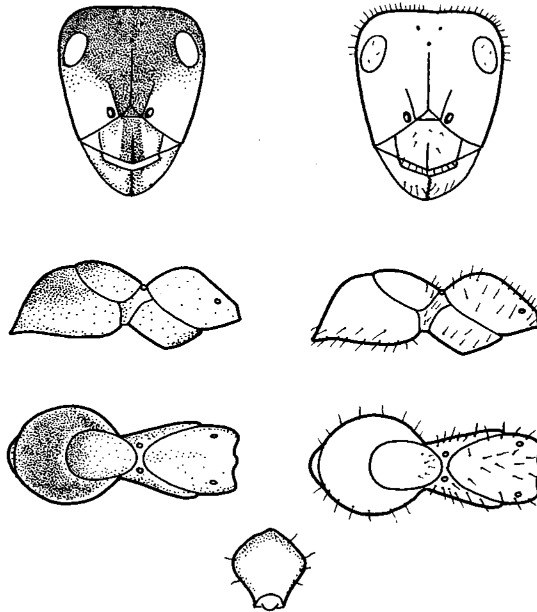


Abb. 18. — *Formica lugubris* Zett. vom Arber aus 1350 m Höhe. Die Form fällt durch ein kahles Pronotum auf. Kopf und der andere Teil des Thorax ist normal beborstet. (Zeichnung Fenzl und Kneitz)

Untersucht man in Abb. 20 die Verteilung der Nester von *F. rufa* und *F. lugubris* der Höhe nach in beiden Vergleichsgebieten, so ergibt sich unerwarteter Weise eine Verschiebung der Verbreitungsgrenzen nach oben für den Bayerischen Wald. Diese Erscheinung fordert eine Erklärung, die zunächst in klimatischen Unterschieden der beiden nur ca. 350 km auseinander liegenden Gebirgsmassive zu suchen ist. Wir haben versuchsweise die Verbreitungsgrenzen mit der mittleren Jahrestemperatur und der mittleren jährlichen Niederschlagsmenge in Beziehung gesetzt, aus Gründen einer leichten Erreichbarkeit des Zahlenmaterials und in

vollem Bewußtsein der Schwäche die einer Heranziehung solch weitgefaßter Angaben naturgemäß innewohnt. Beide Werte liefern mit einem Faktor 100 im Nenner einen klimatischen mittleren Verbreitungsfaktor Fm. (Abb. 21, 22, 23, 24).

$$Fm = \frac{N}{T.\,100};$$

N = mittlere Jahresniederschlagsmenge des Grenzgebietes der Verbreitung,

T = mittlere Jahrestemperatur des Grenzgebietes der Verbreitung.

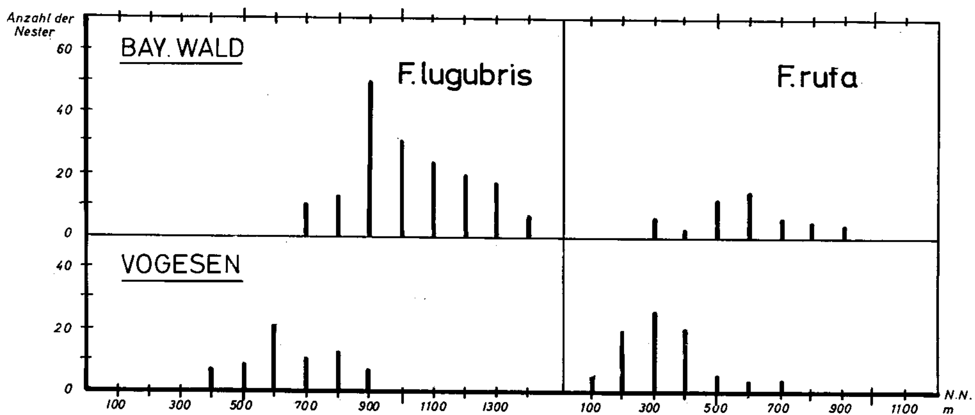


Abb. 20. — Vergleich der Nestverteilung von *Formica rufa* L. und *Formica lugubris* Zett. im Bayerischen Wald und in den Vogesen in Hinblick auf die Höhenlage.

Die Anwendung dieser Formel für die Verbreitung der beiden speziell untersuchten Arten gibt für *F. rufa* und *F. polyctena* einen Spielraum der Faktoren zwischen 0,6 und 2,8, für *F. lugubris* zwischen 1,6 und 5,3. (Tab. 8), die als Hinweis gewertet sein mögen, daß die Klimafaktoren Niederschlag und Temperatur in ihrem Verhältnis zueinander entscheidend die Verbreitung der Waldameisenarten beeinflussen. Eine Tatsache, auf die Gößwald (1938), Kneitz und Emmert (1962), Kneitz, Gernert und Rammoser (1962) besonders hingewiesen haben.

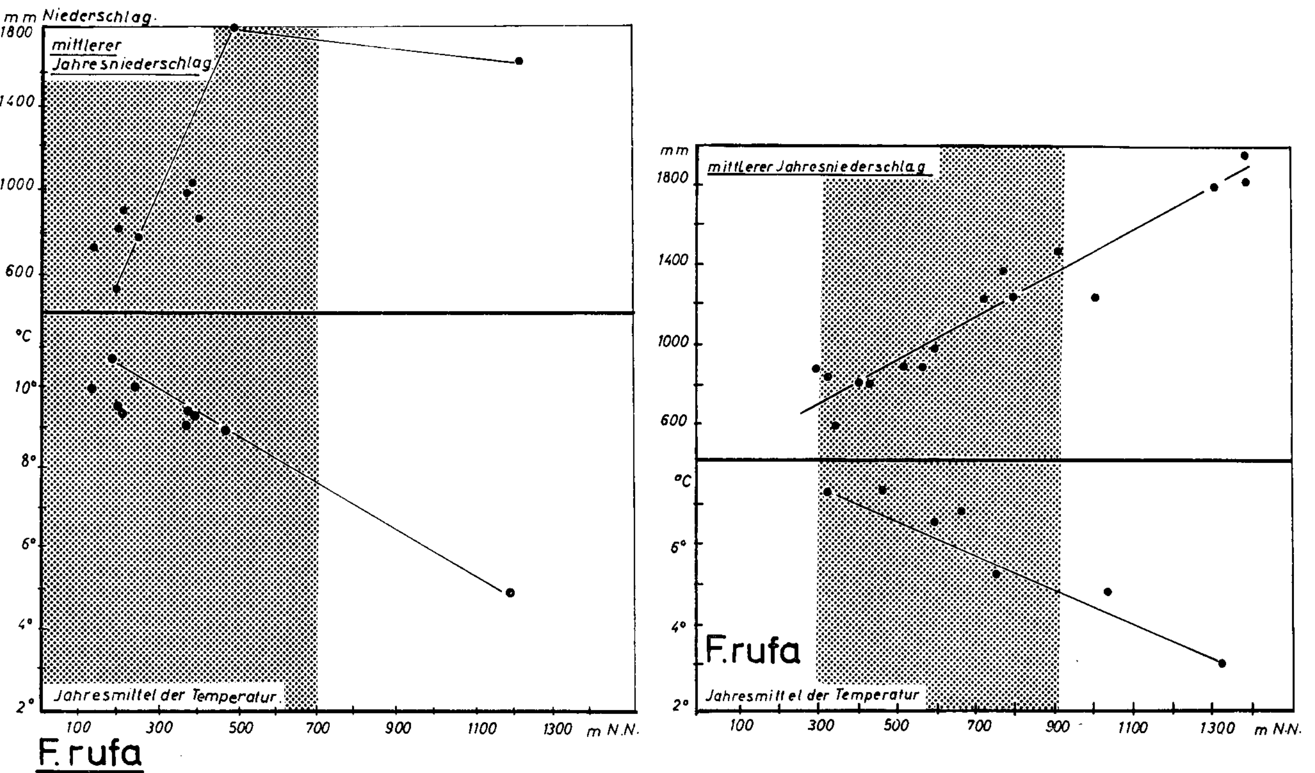
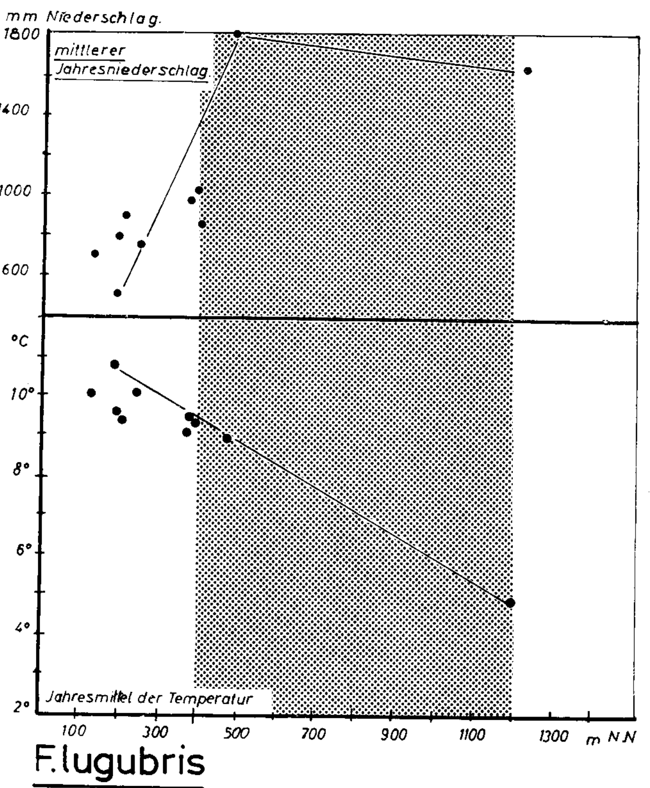


Abb. 21. — Die Höhenverteilung der Art *Formica rufa* L. in den Vogesen in bezug auf Klimafaktoren: den mittleren Jahresniederschlag und das Jahresmittel der Temperatur. Die punktierte Zone gibt die Höhenverteilung der Art an.

Abb. 22. — Die Höhenverteilung der Art *Formica rufa* L. im Bayerischen Wald in bezug auf Klimafaktoren. Siehe Abb. 21.



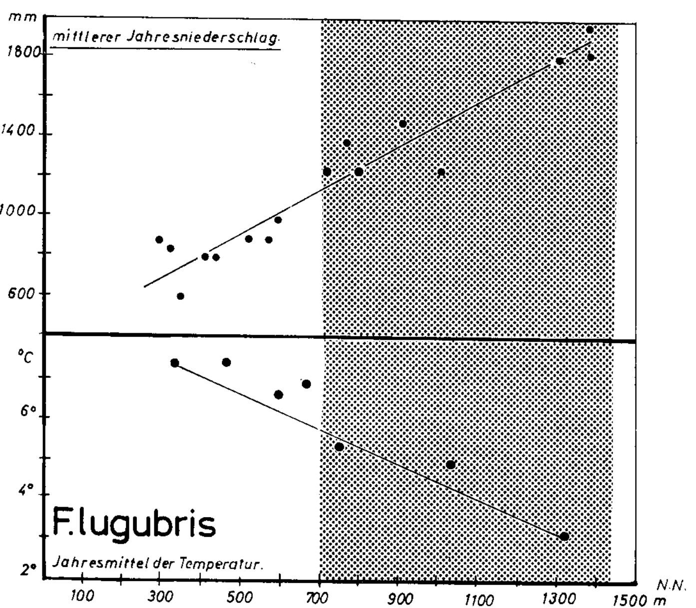


Abb. 23. — Die Höhenverteilung der Art *Formica lugubris* Zett. in den Vogesen in bezug auf Klimafaktoren. Siehe Abb. 21.

Abb. 24. — Die Höhenverteilung der Art *Formica lugubris* Zett. im Bayerischen Wald in bezug auf Klimafaktoren. Siehe Abb. 21.

TABELLE 8. — Klimatische mittlere Verbreitungsfaktoren Fm für die unteren und oberen Verbreitungsgrenzen der Waldameisenarten *Formica polyctena, Formica rufa* L. und *Formica lugubris* Zett. im Bayernwald und den Vogesen.

	Vogesen	Bayerischer Wald
Formica polyctena u. *Formica rufa*	0,6 - 2,2	0,9 - 2,8
Formica lugubris	1,6 - 3,8	1,8 - 5,3

DIE URSACHE DER VERBREITUNG

Haben wir hier

1. einen klimatischen Verbreitungsfaktor gefunden, so sind sicher andere Faktoren

2. in der physiologischen Konstitution und dem erblich festgelegten Reaktionsraum der Arten selbst zu suchen (Gößwald 1938). Auf

3. die Bedeutung der nacheiszeitlichen zeitlichen Veränderung der Areale haben Kneitz und Emmert (1962) auf Grund ihrer Befunde im westeuropäischen Raume hingewiesen.

Es erscheint von hoher Bedeutung, vor allem auch im Hinblick auf die Verpflanzungsversuche von Waldameisenarten in neuzubesiedelnde Forste (Pavan 1959), der Frage einer Ursache der gegenwärtigen Verbreitung sowie der bei künstlicher Ansiedlung möglichen Grenzen näher zu kommen.

ZUSAMMENFASSUNG

1.) Im September 1962 wurden längs einer 400 km langen Reisestrecke von beiden Autoren die Waldameisennester aufgenommen und auf ihre Artzugehörigkeit analysiert. Die Endbestimmung ergab 348 Nester, die sich wie folgt, auf die Arten verteilten: *Formica rufa* L. 51 Nester, davon 4 verlassen, *F. polyctena* Först. 26 Nester, *F. nigricans* Emery 14 Nester, *F. lugubris* Zett. 196 Nester, davon 31 verlassen, *F. truncorum* Fabr. 17 Nester, *Raptiformica sanguinea* Latr.

34 Nester. Die Arten *F. aquilonia* Yarrow sowie *Coptoformica exsecta* Nyl. wurden nicht festgestellt. Auf eine am Pronotum wenig beborstete Form von *F. lugubris* Zett. wird hingewiesen, die Form durch Abbildung belegt.

2.) Auch für den Bayerischen Wald ergab eine Dreigliederung der Arten in Hinblick auf ihre Höhenverteilung in die Arten des Hügellandes *F. rufa* L., *F. polyctena* Först. und *F. nigricans* Emery, die montanen Arten *F. lugubris* Zett. und *F. truncorum* Fabr. sowie die mehr xerotherme Art *Raptiformica sanguinea* Latr.

3.) 207 Nester werden nach Höhe und Durchmesser erfaßt und die Werte tabellarisch und in Form von Diagrammen verdeutlicht. Beziehungen der Nestverteilung und des Nestbaues zur Exposition und zum Bestandescharakter werden besprochen.

4.) Ein Vergleich der Ergebnisse mit den Untersuchungen von Kneitz, Gernert und Rammoser (1962) in den Vogesen ergibt als besonders markante Erscheinungen ein Hervortreten der polydomen Form von *F. rufa* L. in den Vogesen, außerdem eine Verschiebung der Verbreitungsgrenzen der Arten des Hügellandes bzw. der Berge in beiden Mittelgebirgen.

5.) Der Versuch wird unternommen, diese Höhenverschiebungen der Verbreitung auf klimatische Faktoren zurückzuführen. Aus diesem Grund wird ein klimatischer mittlerer Verbreitungsfaktor Fm eingeführt.

6.) Die gegenwärtige Verbreitung der Waldameisenarten wird auf drei hauptsächliche Faktorenkomplexe zurückgeführt:

a) Den erblich festgelegten Reaktionsraum, besonders die physiologische Konstitution der Arten,

b) Die klimatischen Umweltfaktoren,

c) Die nacheiszeitliche Entwicklung der Areale.

RIASSUNTO

Sulla distribuzione delle Formiche del bosco nella Selva Bavarese (Gen. *Formica, Hym., Formicidae*)

1). Gli Autori hanno registrato nel settembre 1962, lungo un percorso di 400 km, i nidi delle Formiche del bosco e determinato la loro appartenenza alle diverse specie. Il risultato di tale studio ha dato 348 nidi, distribuiti fra le diverse specie nel modo seguente: 51 nidi di *Formica rufa* L., 4 dei quali abbandonati, 26 di *F. polyctena* Först., 14 di *F. nigricans* Emery, 196 di *F. lugubris* Zett., 31 dei quali abbandonati, 17 di *F. truncorum* Fabr., 34 di *Raptiformica sanguinea* Latr.. Le specie *F. aquilonia* Yarrow e *Coptoformica exsecta* Nyl. non sono state rinvenute. Si richiama l'attenzione su una forma di *F. lugubris* Zett. con poche setole sul pronoto, di cui si fornisce documentazione iconografica.

2). Anche per la Selva Bavarese è evidente una suddivisione in 3 categorie in rapporto alla distribuzione in altitudine: specie collinari sono *F. rufa* L., *F. polyctena* Först. e *F. nigricans* Emery; specie montane sono *F. lugubris* Zett. e *F. truncorum* Fabr.; specie piuttosto xeroterma è *R. sanguinea* Latr..

3.) Sono stati esaminati altezza e diametro di 207 nidi e i valori ricavati

sono stati messi in tabelle e diagrammi. Si espongono considerazioni sulla distribuzione e struttura dei nidi in rapporto alla loro esposizione e alle caratteristiche dei materiali costituenti.

4). Un confronto dei risultati con le ricerche di Kneitz, Gernert e Rammoser (1962) nei Vosgi rivela con evidenza un predominio della forma policalica di *F. rufa* L. nei Vosgi e uno spostamento dei limiti di distribuzione delle specie collinari e montane nei due rilievi.

5). Si fa il tentativo di attribuire queste variazioni di distribuzione in altitudine a fattori climatici. Per questa ragione si è introdotto un fattore climatico medio di distribuzione: Fm.

6). La presente distribuzione delle specie di Formiche del bosco è da attribuire a tre fattori principali:

a) Alla sfera di azione ereditaria prestabilita, specialmente alla costituzione fisiologica della specie,

b) al fattore climatico, ambientale,

c) alla evoluzione degli areali, posteriore all'epoca glaciale.

RESUME

Sur la répartition des Fourmis des bois dans la Forêt de Bavière (Gen. *Formica, Hym., Formicidae*).

1). Les Auteurs ont pris note en septembre 1962, sur un parcours de 400 km, des nids de Fourmis des bois et ont déterminé les espèces auxquelles ces Fourmis appartiennent. Résultat de cette étude: 348 nids répartis comme suit entre les différentes espèces: 51 nids de *Formica rufa* L., dont 4 abandonnés, 26 de *F. polyctena* Först., 14 de *F. nigricans* Emery, 196 de *F. lugubris* Zett., dont 31 abandonnés, 17 de *F. truncorum* Fabr., 34 de *Raptiformica sanguinea* Latr.. On n'a pas trouvé les espèces *F. aquilonia* Yarrow et *Coptoformica exsecta* Nyl.. Nous attirons l'attention sur une forme de *F. lugubris* Zett. portant peu de soies sur le pronotum et dont nous donnons une documentation iconographique.

2). Dans la Forêt de Bavière aussi on distingue de façon évidente 3 catégories quant à la répartition selon l'altitude: les espèces que l'on trouve sur les collines sont *F. rufa* L., *F. polyctena* Först. et *F. nigricans* Emery; sur les montagnes on trouve *F. lugubris* Zett. et *F. truncorum* Fabr.; *R. sanguinea* Latr. est une espèce plutôt xéroterme.

3). Nous avons examiné la hauteur et le diamètre de 207 fourmilières et nous avons reporté les données obtenues sur des tables et sur des diagrammes. Nous exposons des considérations sur la répartition et sur la structure des nids par rapport à leur exposition et aux caractères des matériaux qui les composent.

4). Une comparaison entre ces résultats et ceux que Kneitz, Gernert et Rammoser ont obtenu dans les Vosges (1962) révèle de façon évidente une prépondérance de la forme polycalique de *F. rufa* L. dans les Vosges et un déplacement des limites de répartition des espèces de colline et de montagne dans ces deux massifs.

5). Nous faisons une tentative d'attribuer ces variations dans la répartition en altitude à des facteurs climatiques. C'est pourquoi nous avons introduit un facteur climatique moyen de répartition: Fm.

6). La répartition actuelle des espèces de Fourmis des bois doit être attribuée à trois facteurs principaux:

a) a la sphère d'action héréditaire préétablie, et en particulier à la constitution physiologique des espèces,

b) au facteur climatique et au milieu,

c) à l'évolution des aires géographiques de diffusion naturelle, posterieure à l'époque glaciaire.

LITERATUR

Betrem, J.G.: Ueber die Systematik der *Formica rufa* - Gruppe. - Tjidschrift voor Entomologie, 103, 1/2, 51-81 (1960).

Collingwood, C.A.: Distribution of ants allied to *Formica rufa* L. and *Formica fusca* L. in Britain. - Entomologist 89, 291-294 (1956).

—: A Survey of Irish *Formicidae* - Proc. Royal Irish Academy 59, B, II, 213-219 (1958).

—: Scandinavian Ants. - The Entomologist's Record, 71, 72-83 (1959).

—: Ants in the Scotish Highlands. - The Scotish Naturalist 70, 1, 12-21 (1961).

Cotti, G. - Pavan, M. - Ronchetti, G.: Progresso negli studi e nelle applicazioni pratiche delle Formiche del gruppo *Formica rufa* per la protezione delle foreste. - Notiziario Forestale e Montano 7 (101), 3366-3369 (1962).

Eichhorn, O.: Zur Ökologie der Ameisen Mitteleuropäischer Gebirgswälder. - Habilitationsschrift unpubliziert. Göttingen 1962.

Forsslund, G.: Catalogus insectorum sueciae XV. *Hymenoptera*: fam. *Formicidae,* Opuscula Entom. 22: 70-78 (1957).

Gößwald, K.: Ökologische Studien über die Ameisenfauna des Mittleren Maingebietes. - Z. wiss. Zool. 142, 1-166 (1932).

—: Ueber den Einfluß von verschiedener Temperatur und Luftfeuchtigkeit auf die Lebensäußerungen der Ameisen. - Z. wiss. Zool., 151, 337-382 (1938).

—: Rassenstudien an der roten Waldameise *Formica rufa* L. auf systematischer, ökologischer, physiologischer und biologischer Grundlage. - Z. angew. Ent. 28, 62-124 (1941).

—: Die Rote Waldameise im Dienste der Waldhygiene. - Lüneburg 1951.

—: Untersuchungen zum Paarungs- und Adoptionsverhalten verschiedener *Formica-Arten.* - Verh. XI. Int. Kongr. f. Ent. Wien Bd. 1, 612-617 (1960).

Gößwald, K., Kneitz, G. und Schirmer, G.: Die geographische Verbreitung der hügelbauenden *Formica*-Arten (*Hym., Formicidae*) in Europa. Zool. Jb., allg. Zool. (1965 i. Dr).

Gößwald, K. und Schirmer, G.: Zur geographischen Verbreitung der hügelbauenden *Formica*-Arten. - Collana Verde (1965: Dr.).

Gößwald, K. und Schmidt, G.: Zur morphologischen und biochemischen Differenzierung der Waldameise (*Hym. Form.,* Gen. *Formica*) und ihrer waldhygienischen Bedeutung. - Waldhygiene 3, 37-46 (1959).

Gößwald, K., Schmidt, G., Kloft, W., Baggini, A., Pavan, M., Ronchetti, G.: Ricerche morfologico-biometriche sulla differenziazione del « gruppo *Formica nigricans* » e sulla sua diffusione in Italia. - Min. Agric. For., Roma, Collana Verde 7, 12-27 (1961).

Hölldobler, B.: Ueber die Ameisenfauna in Finnland - Lappland. - Waldhygiene 3, 229-238 (1960).

Hölldobler, K.: Weitere Mitteilungen über die Ameisenfauna Nordost-Kareliens. 3. Zur Biologie der *Formica-Arten*. - Z. ang. Ent. 30, 623-644 (1944).

—: Systematische Klarstellungen zur Ameisenfauna des nord-ostkarelischen Urwaldes. - Z. ang. Ent., 48, 2, 186-187 (1961).

Kirchner, W.: Erstmaliger Nachweis von *Formica aquilonia* Yarrow, einer neuen Waldameisenart für deutsches Gebiet. - Waldhygiene 3, 1/2, 54 (1959).

Klimakunde des deutschen Reiches. - Band II, Tabellen, Berlin 1939.

Kneitz, G., Gernert, W., und Rammoser, H.: Hügelbauende Waldameisen (*Formicidae*, Gen. *Formica*) in den Vogesen. - Waldhygiene 4, 7/8, 203-219 (1962).

Kneitz, G., und Emmert, W.A.: Waldameisenfunde (*Formicidae*, Gen. *Formica*) im Französischen Zentralmassiv und den Pyrenäen. - Waldhygiene 4, 7/8, 220-227 (1962).

Kutter, H.: Bericht über die Sammelaktion schweizerischer Waldameisen der *Formica rufa*-Gruppe 1960-61. - Schweiz. Zeitschr. f. Forstwesen 112 (12), 788-797 (1961) - Waldhygiene 4, 193-202 (1962).

Lange, K.: Die deutschen Arten der *Formica rufa*-Gruppe. - Zool. Anz. 101, 9/10, 238-243 (1958).

—: Experimentelle Untersuchungen über den Nestbau der Waldameisen. Nesthügel und Volksstärke. - Entomophaga 16, 1, 47-55 (1959).

Pavan, M.: Attività italiana per la lotta biologica con formiche del gruppo *Formica rufa* contro gli insetti dannosi alle foreste. - Min. Agr. For., Collana Verde, 4, 1-80 (1959).

Priehäußer, G.: Heimatbuch der Waldstadt Zwiesel und des Zwieseler Winkels. Bd. 2. Heimat-Natur. - Zwiesel (1961).

—: Die natürlichen Grundlagen der Bodenfruchtbarkeit im Bayerischen Wald. 1-44 ohne Jahresangabe (Manuskript, vom Verfasser den Autoren freundlichst zur Verfügung gestellt).

Ronchetti, G.: Il Gruppo *Formica rufa* in Lombardia. - Symp. Genetica et Biologica italica 12, 1-16 (1962).

Satchell, J.E. und Collingwood, C.A.: The Wood Ants of the English Lake Distrikt. - The North Western Naturalist 23-29 (1955).

Samsinak, K.: Einige interessante Ameisen aus dem Elbsandsteingebirge. - Abh. u. Ber. Staatl. Museum f. Tierk. - Forschungst. - Dresden 23 (1) 9-13 (1956).

Thiem, F.M.: Biogeographische Betrachtung des Rachel. - Abh. naturhist. Gesellsch. Nürnberg 16, 1-137 (1906).

Yarrow, J.H.H.: The British Ants allied to *Formica rufa* L. - Trans. Soc. brit. Entom. 12, 1-48 (1955).

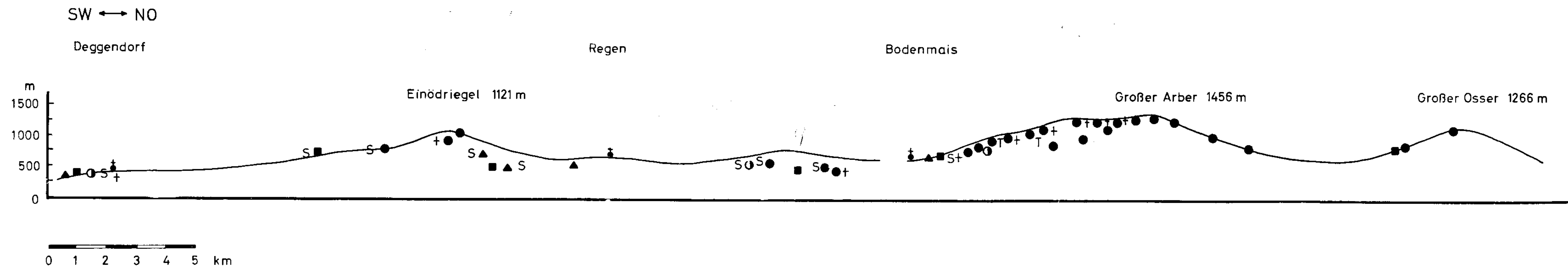


Abb. 9. — Profil durch den Bayerischen Wald von Metten zum Osser, Richtung SW-NO. Nördlich von Regen (Ortschaft Brandt) wurde die Profillage etwas gegen N-NO abgewinkelt. Eingezeichnet sind die Waldameisenfunde längs dieser Reiseroute. Erklärung der Signaturen siehe Abb. 7.